

Comportement vibratoire des planchers bois-béton



Crédits photos : ESB

Réalisé par :



Financé par :



REALISATION



L'ESB est un établissement d'enseignement supérieur et de recherche privé d'intérêt général (EESPIG) sous contrat avec le ministère chargé de l'Agriculture. Elle est intégrée à plusieurs réseaux dont celui de la Conférence des grandes écoles (CGE). L'école possède le statut d'association loi 1901 à but non lucratif gérée par un Conseil d'Administration. Reconnue pour son expertise scientifique et technologique et la qualité de ses formations, l'ESB s'emploie à enseigner aux ingénieurs, techniciens et chercheurs en devenir, que le bois et les matériaux biosourcés sont des matériaux d'avenir, des alternatives incroyables à l'utilisation des ressources fossiles. Habitat, aéronautique, biens de consommation... les domaines d'application sont vastes et offrent de formidables possibilités d'innovation. ESB - LIMBHA (Laboratoire Innovation Matériaux Bois Habitat), laboratoire de l'ESB, oriente ses recherches autour de deux axes : l'économie circulaire et l'innovation, et le confort du cadre bâti. Pour en savoir plus : <https://www.esb-campus.fr/>

FINANCEMENT



Le CODIFAB, Comité Professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois, a pour mission de conduire et financer, par le produit de la Taxe Affectée, des actions d'intérêt général en faveur des fabricants français de l'ameublement (meubles et aménagements) et du bois (menuiseries, charpentes, panneaux, bois lamellé, CLT, ossature bois, ...). Le CODIFAB fédère et rassemble 4 200 PME/ETI et plus de 15 000 artisans, représentés par leurs organisations professionnelles :



Les actions collectives ont pour objectif d'accompagner les entreprises de création, de production et de commercialisation par : une meilleure diffusion de l'innovation et des nouvelles technologies, l'adaptation aux besoins du marché et aux normes environnementales, la promotion, le développement international, la formation, et par toute étude ou initiative présentant un intérêt pour l'ensemble de la profession. Pour en savoir plus : www.codifab.fr

Parmi les solutions constructives permettant d'intégrer efficacement les matériaux biosourcés dans la construction, l'utilisation de planchers bois-béton collaborant s'est assez répandue. Si les problématiques de résistance à court et long terme sont plutôt maîtrisées aujourd'hui, c'est moins le cas des méthodes de conception pour évaluer le confort vibratoire ressenti par les occupants. Même si la prochaine version de l'Eurocode 5 devrait proposer l'estimation de la fréquence fondamentale en cas d'appuis semi-rigides et un changement de la définition de la fréquence limite, les modèles analytiques restent trop conservatifs par rapport aux propriétés dynamiques observées en situations réelles.

L'objectif du projet est de quantifier les impacts des conditions limites réelles (appuis semi-rigides, présence de porte-à-faux, cloisons et second œuvre) sur le comportement dynamique d'un plancher mixte bois-béton. Le tableau ci-dessous montre l'approche globale des travaux, en comparant les méthodes analytiques, numériques et expérimentales, en statique et dynamique, pour évaluer les paramètres de dimensionnement.

Charge	Paramètres de calcul	Analytique	Numérique	Laboratoire	In-situ
Statique	$(E)_{ef}$	EC5 (Annexe B)	FEM	Essais en flexion	-
Dynamique	f_i, ξ_i , formes modales	EC5 (§7.3) EC5 à venir (appuis semi-rigides)	FEM	Essais de choc	Essais de choc

Deux complexes de plancher de portée supérieure à 6m ont été étudiés dans le cadre de ce projet : un plancher Panobloc-béton avec assemblage collé et un plancher en solivage bois et béton connecté via des connecteurs SFS. Pour les deux types de planchers, des échantillons ont été réalisés pour les essais en laboratoire et des bâtiments avec le même type de planchers ont pu être utilisés pour les mesures *in-situ*. Les planchers réalisés en laboratoire représentent le plus fidèlement possible les planchers réels : pour le Panobloc-béton il s'agit du même plancher qui a été déconstruit, pour le plancher SFS une réduction d'échelle a été prise en compte pour réaliser les échantillons.

Différentes conditions limites ont été étudiées en laboratoire pour les deux types de plancher : modification des appuis (appui simple, appui rotule, appui semi-encasté), présence ou pas de porte-à-faux. Pour l'une des configurations d'appui et pour le plancher SFS uniquement, il a été aussi pris en compte la présence ou pas d'un revêtement de sol et la présence ou pas de cloisons (ainsi que leur orientation) afin d'évaluer l'impact des différents paramètres.

Les résultats montrent que, si l'approche analytique donne des résultats pertinents pour des situations de laboratoire avec des conditions limites simples (appui simple et rotule, appuis fixes, sans porte-à-faux), le comportement dynamique en présence de conditions limites différentes ne peut pas être correctement estimé via les approches analytiques actuelles. La fréquence estimée par les annexes nationales d'Autriche et Finlande, qui considèrent le plancher comme une plaque orthotrope, paraît être l'approche la plus en cohérence avec les mesures réelles en conditions d'appuis simples. La présence du revêtement de sol fait réduire la fréquence (de l'ordre de 5% pour la première fréquence) et engendre une augmentation du taux d'amortissement (de l'ordre de 15-20% pour le premier mode). La même tendance est observée avec la présence d'une cloison, avec des variations de 10% pour la première fréquence et jusqu'à 50% pour l'amortissement. Cependant, placer ces masses au milieu de la portée du plancher engendre une réduction de fréquence plus importante par rapport à un positionnement des cloisons vers les appuis.

Une approche numérique a été proposée dans le cadre de ce projet pour mieux concevoir les planchers en conditions réelles. Les paramètres du modèle ont été d'abord calibrés sur la base des essais statiques en flexion, pour les deux complexes de plancher. Différents types de modélisation (hétérogène avec ressorts à l'interface et par homogénéisation) ont été testés ; par rapport à l'état d'avancement actuel du projet, les résultats ne convergent pas pour l'ensemble des conditions limites, notamment sur les fréquences supérieures à la première. Une fois le modèle calibré, une reformulation analytique de l'équation de calcul de la fréquence pourra être proposée.

■ Un fichier Excel a été conçu pour le dimensionnement vibratoire d'un plancher solives-connecteurs-béton en prenant en compte différentes conditions d'appui, suivant la méthode proposée dans l'EC5.

Les travaux associés à ce projet ont fait l'objet de plusieurs publications nationales et internationales :

- Lanata F, Boudaud C, Amouzou KV (2018) Guidelines definition for in-situ vibration measurements of buildings. In World Conference on Timber Engineering; Proc. World Conf. WCTE 2018, Seoul, South Korea, August 2018, BLD-P-04 (CD-ROM).
- Amouzou KV, Lanata F, Loukili A (2018) Évaluation du comportement dynamique des planchers mixtes bois-béton : Corrélation entre confort des usagers et modèles de dimensionnement. In 7èmes Journées scientifiques du GDR3544 Sciences du Bois; Cluny, France, November 2018.
- Boudaud C, Lanata F (2023) Assessing the effects of boundary conditions on the vibrational comfort of on-site timber-concrete composite floors. Soumis à WCTE 2023, Oslo.

Les rapports de stage suivants ont été aussi réalisés pour compléter les travaux :

- Al Fay A (2021) Characterization of the vibratory behavior of timber-concrete composite floors in order to evaluate users' comfort. Master thesis, Université Grenoble Alpes.
- Aydeniz E, Medlej R (2022) Caractérisation du comportement vibratoire des planchers bois-béton. Rapport de Projet d'Initiation à la Recherche, Université de Nantes.